UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

CURSO ANATOMIA HUMANA

SEPARATA DE APARATO LOCOMOTOR

DR

CESAR AUGUSTO NUÑEZ BERNAL

AREQUIPA 2025

TEMA: EL APARATO LOCOMOTOR.

Título: SEPARATA DE APARATO LOCOMOTOR

Autor: **Cesar Nuñez Bernal**

Editor:
Cesar Nuñez Bernal
Recoleta 215 – Yanahuara - Arequipa

1a. edición – agosto 2025

Depósito Legal N°

INTRODUCCIÓN

El aparato locomotor es un sistema complejo y fascinante que permite al ser humano moverse e interactuar con su entorno. Esta compuesto por Huesos, músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Que trabajan juntos para proporcionar movimiento, estabilidad y desplazamiento, en esta separata exploraremos en detalle la anatomía del aparato locomotor desde la estructura ósea hasta la función muscular con el objetivo de comprender mejor el funcionamiento de este sistema vital para nuestra vida diaria

En el ser humano el aparato locomotor se encarga de los movimientos, y está formado por un sistema esquelético (huesos, cartílagos, ligamentos), encargado del soporte y sostenimiento del cuerpo, y un sistema muscular, que, mediante la contracción, realiza el desplazamiento de la parte ósea.
Las articulaciones son lugares de unión para poder mover los diferentes segmentos corporales uno respecto al otro.
Pero el funcionamiento del aparato locomotor requiere además otros sistemas biológicos que, de manera coordinada, regulen y controlen el movimiento y la actividad física de las personas.

Comprender el funcionamiento del organismo durante el ejercicio, así como las adaptaciones de los órganos y sistemas al entrenamiento físico es el objetivo de este tema.

EL AUTOR

RECONOCIMIENTO DE LOS PRINCIPALES HUESOS, ARTICULACIONES Y MÚSCULOS IMPLICADOS EN LOS PRINCIPALES GESTOS MOTRICES DE LAS ARTES ESCÉNICAS

El aparato locomotor está integrado por los huesos del esqueleto, los músculos esqueléticos y

sus tejidos asociados (cartilaginoso). Su función es el movimiento del cuerpo, el mantenimiento de la postura y la respiración. También proporciona el soporte físico para los órganos internos y una protección para los mismos. Está constituido por el tejido muscular y óseo y trabaja en estrecha relación con el sistema nervioso.

El **sistema musculoesquelético** es la parte activa del aparato locomotor y mueve las palancas óseas y las articulaciones.

EL SISTEMA ÓSEO

El sistema esquelético es el componente estático del aparato locomotor, y está formado por estructuras duras llamadas huesos, constituidos por tejido óseo.

El esqueleto de un ser humano adulto posee aproximadamente **206 huesos** sin contar las piezas dentales, los huesos suturales o wormianos (supernumerarios del cráneo) y los huesos sesamoideos de los tendones.

Los huesos están formados por tejido óseo, que consta de células óseas llamadas **osteocitos**, y de una sustancia intercelular denominada **sustancia fundamental** ósea. Esta sustancia se compone de una porción orgánica de fibrillas de colágeno incluidas en osteína, y otra inorgánica formada principalmente por sales de fosfato de calcio. Los osteocitos se alojan en exactamente a la de la célula que contienen.

Los huesos presentan, además del tejido óseo, una membrana envolvente de tejido conjuntivo denominada periostio, la médula ósea, los vasos y los nervios.

1. PARTES DE UN HUESO

Los huesos pueden ser de distintos tamaños y formas, pero en todos podemos distinguir alguna s de las siguientes partes (**Figura 1**):

Epífisis: son las zonas ensanchadas y terminales de un hueso largo.

Diáfisis: es la zona alargada del hueso. También se le denomina caña.

Metáfisis: zona de transición entre la epífisis y la diáfisis. En épocas de crecimiento esta zona se encuentra separada de la epífisis por el cartílago de crecimiento.

Apófisis: parte saliente del hueso donde se insertan músculos, tendones y ligamentos.

Agujeros: o conductos óseos, son zonas donde entran o salen arterias y venas con la función de nutrir al hueso.

Cavidades: lugares donde se alojan las apófisis, los tendones, las arterias, los músculos o los órganos.

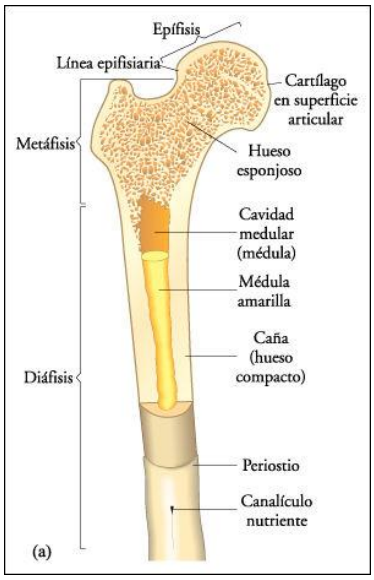


Figura 1

1. **TIPOS DE HUESOS**

Según la forma, podemos encontrar diversos tipos de huesos (**Figura 2**):

Huesos largos: la longitud predomina sobre la anchura y espesor; los encontramos en brazos y piernas. Contiene una porción cilíndrica y hueca (cavidad medular) llamada diáfisis y dos voluminosos extremos llamados epífisis. Entre ambas se encuentra la metáfisis (centro de osificación) antes de alcanzar la madurez, que se integra después de la epífisis. Actúan como palancas en el movimiento.
Huesos cortos: con similar tamaño en las tres dimensiones, los encontramos en la muñeca y los dedos. Hueso compacto en el exterior y esponjoso en el interior. Su función general es la de transmitir la fuerza.
Huesos planos: con dos láminas compactas, entre las que se dispone un material esponjoso, los encontramos en el cráneo y la cara. Actúan como protectores de órganos o para la inserción muscular.
Huesos irregulares: con diferentes formas, como las vértebras y los de la base del cráneo, sus funciones son varias y no están claramente especializados como los de las clases precedentes.

Existen otros tipos de huesos:

Huesos neumáticos: poseen cavidades tapizadas por mucosa que contienen aire. Se encuentran en el cráneo (etmoides, maxilar…).
Huesos sesamoideos: se forman en el interior de los tendones (la rótula es el más grande del cuerpo).

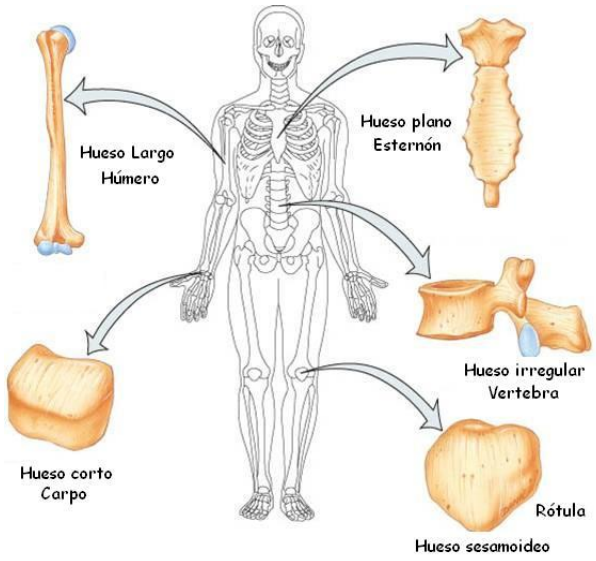


Figura 2

ESTRUCTURA DE LOS HUESOS

El hueso consta de una parte externa de sustancia ósea compacta, densa, dentro de la cual se halla dispuesta la sustancia ósea esponjosa, menos densa. Los huesos largos típicos presentan la cavidad medular.

La sustancia esponjosa está formada por finas laminillas óseas y espículas, que surcan y se entrecruzan en distintas direcciones. Los espacios existentes entre las laminillas están ocupados por la médula ósea roja y se denominan espacios medulares. La sustancia esponjosa forma la masa principal de los huesos cortos y las epífisis de los huesos largos. En la diáfisis de los huesos largos hay una cavidad central medular que está ocupada por médula ósea amarilla o roja.

La sustancia ósea compacta está atravesada por numerosos conductos vasculares, con los que se comunican las lagunas óseas por mediación de los conductillos óseos, de gran importancia en la nutrición del hueso.

En una sección transversal de la diáfisis de un hueso largo se pueden distinguir unidades circulares llamadas sistemas de Harvers u osteonas, constituidas por las siguientes partes (**figura 3**):

Conductos de Havers: canales microscópicos centrales, por donde discurren capilares y nervios.
Láminas de Havers: láminas óseas concéntricas que rodean los conductos de Havers, formadas por sustancia fundamental.

Entre las láminas se encuentran las lagunas óseas con osteocitos.

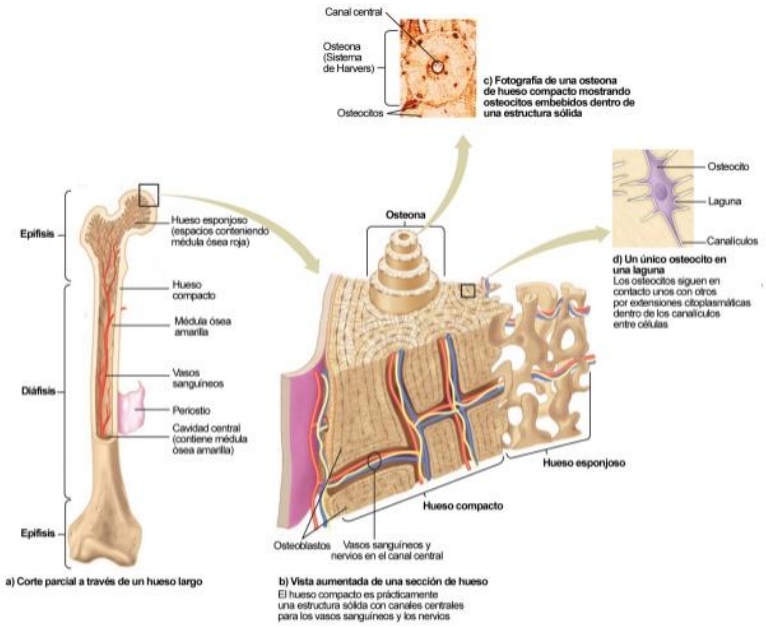

Canal central
Osteona (Sistema de Harvers)
Osteocitos
c) Fotografía de una osteona de hueso compacto mostrando osteocitos embebidos dentro de una estructura sólida
Epífisis
Hueso esponjoso (espacios conteniendo médula ósea roja)
Hueso compacto
Médula ósea amarilla
Diáfisis
Vasos sanguíneos
Periostio
Cavidad central (contiene médula ósea amarilla)
Epífisis
a) Corte parcial a través de un hueso largo
Osteona
Hueso esponjoso
Hueso compacto
Osteoblastos
Vasos sanguíneos y nervios en el canal central
b) Vista aumentada de una sección de hueso
El hueso compacto es prácticamente una estructura sólida con canales centrales para los vasos sanguíneos y los nervios
Osteocito
Laguna
Canalículos
d) Un único osteocito en una laguna
Los osteocitos siguen en contacto unos con otros por extensiones citoplasmáticas dentro de los canalículos entre células

Figura 3

Las **sales minerales** prestan al hueso una resistencia casi pétrea, mientras que la sustancia orgánica le comunica una elasticidad comparable a la del acero. En la juventud, los huesos están poco mineralizados y son, por tanto, muy flexibles: lo contrario ocurre en la edad adulta y en la senectud. La falta de sales calizas determina en los niños el raquitismo o falta de solidez en los huesos, incluso su desmineralización. Como consecuencia tienen lugar en los huesos importantes deformaciones.

La **médula** ocupa los intersticios de los huesos, y la cavidad medular de los huesos largos. Hay dos variedades de médula en los adultos: la roja y la amarilla. En los animales jóvenes sólo hay médula roja, pero después es reemplazada en la cavidad medular por la amarilla. La médula roja contiene varios tipos de células características, y es una sustancia formadora de glóbulos rojos, mientras que la amarilla está constituida totalmente por tejido adiposo.

FISIOLOGÍA DEL HUESO

Los huesos crecen al formarse nuevo tejido óseo, al mismo tiempo que se produce destrucción

parcial del tejido ya existente. Este proceso se denomina **osificación** y consiste en el conjunto de mecanismos por medio de los cuales el tejido conjuntivo se transforma en tejido óseo.
Los mecanismos de osificación implican:
Proliferación de elementos vasculares para nutrir al tejido conectivo.
Diferenciación entre fibroblastos de tejido y células formadoras de huesos u osteoblastos.
Formación de todos los elementos intercelulares previos al depósito de sales cálcicas.

Simultáneamente con la formación de materia ósea se realiza en ciertos lugares del hueso una destrucción llevada a cabo por los **osteoclastos**, células mesenquimatosas especialmente diferenciadas, de gran tamaño y con muchos núcleos.

Hay dos tipos de osificación:

Osificación **désmica** o **membranosa:** consiste en el desarrollo de hueso a partir de tejido conjuntivo.
Osificación **condral** o **cartilaginosa:** requiere la formación previa de un modelo cartilaginoso que es sustituido después por hueso.

Se distinguen dos tipos:

Endocondral: comienza en el interior del cartílago y sucede en los huesos cortos y en la epífisis de los huesos largos.

Pericondral: sucede en el pericondrio de la diáfisis. El crecimiento de los huesos en longitud se debe a la actividad de un cartílago situado entre la epífisis y diáfisis, denominado cartílago epifisiario (zona metáfisis) Cuando se osifica este cartílago, cesa el crecimiento en longitud (20-25 años).

En todos los tipos de osificación se forman laminillas óseas que poseen sustancia fundamental, fibrillas, células conjuntivas. Durante esta formación consideramos dos etapas: la aparición de sustancia cementante y la impregnación con sales cálcicas. Luego se genera la primera laminilla de hueso sin calcificar; a continuación, se forman la segunda laminilla y se calcifica la primera, y así sucesivamente.

El depósito de sales cálcicas comienza a partir de la glucosa-6-fosfato, que llega a la zona de osificación y se desdobla por la fosfatasa alcalina en ión fosfato y glucosa. El ión fosfato se une al ión calcio que proviene de la sangre y forma fosfato cálcico, principal componente mineral del hueso (83-88%). Una vez que llega a su concentración óptima, precipita en forma de cristales (hidroxiapatito) y forma la matriz del tejido óseo.

FORMACIÓN, CRECIMIENTO Y REPARACIÓN DE LOS HUESOS

Los huesos están en continua remodelación. En la infancia están en constante crecimiento. Sobre su forma intervienen hormonas de tipo general entre las que cabe destacar:

Hormona de crecimiento hipofisaria: crecimiento general.
Hormonas tiroideas: crecimiento general sobre todo en grosor.
Hormonas sexuales: crecimiento en longitud. Osificación.

Cada hueso se remodela por los esfuerzos sufridos. En caso de lesión intenta recuperar su forma original.

Inflamación y formación de un tejido conjuntivo.
Establecimiento de osteoblastos y depósitos minerales.
Reestructuración ósea.

FUNCIONES DE LOS HUESOS

Los huesos tienen funciones variadas:

Funciones mecánicas

Protección: forman cavidades que protegen a los órganos vitales de posibles traumatismos. Por ejemplo, el cráneo, caja torácica

Sostén: forman un cuadro rígido, que se encarga del sostén de los órganos y tejidos blandos.

Movimiento: las articulaciones móviles o semimóviles junto con los músculos que se fijan a los huesos a través de los tendones permiten el movimiento del organismo.

Transducción de sonido: los huesos son importantes en el aspecto mecánico de la audición que se produce en el oído medio.

Funciones metabólicas
Almacenamiento de minerales sobre todo de calcio y fósforo.
Almacenamiento de energía: la médula ósea amarilla actúa como reservorio de ácidos grasos.
Regulación del pH.

Desintoxicación: los huesos pueden almacenar metales pesados y otros elementos externos y luego liberarlos lentamente para su excreción.

Funciones sintéticas

Hematopoyesis: La médula ósea roja, que se encuentra en el tejido esponjoso de los huesos largos se encarga de la formación de las células sanguíneas.

ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA ESQUELÉTICO HUMANO

En nuestro esqueleto podemos distinguir las siguientes divisiones (**figuras 4 y 9**):

Esqueleto axial: forma el eje principal del cuerpo.

Cráneo

Columna vertebral

Costillas y esternón

Esqueleto apendicular o periférico.

Cinturas

Torácica o escapular

Pelviana

Extremidades

Superiores

Inferiores

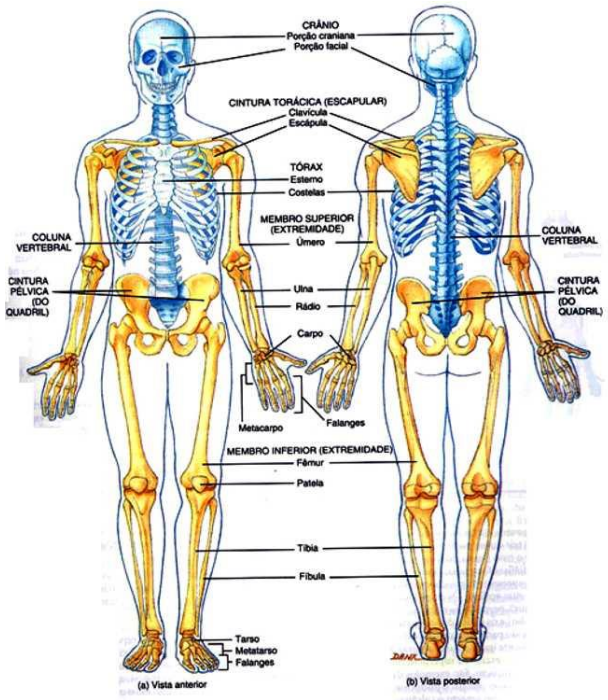
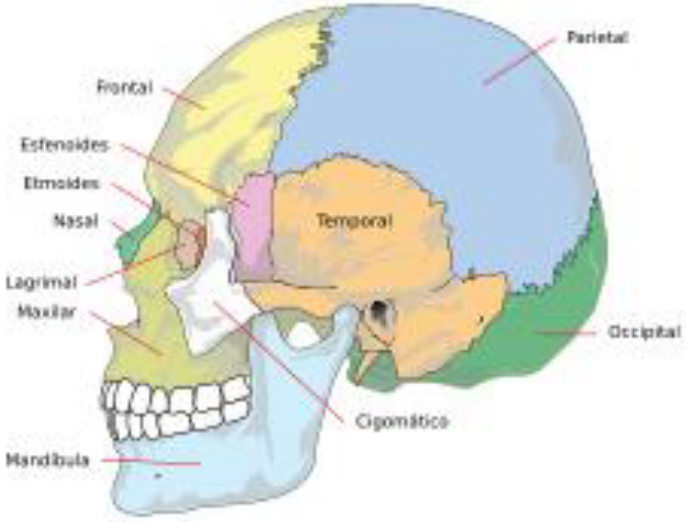
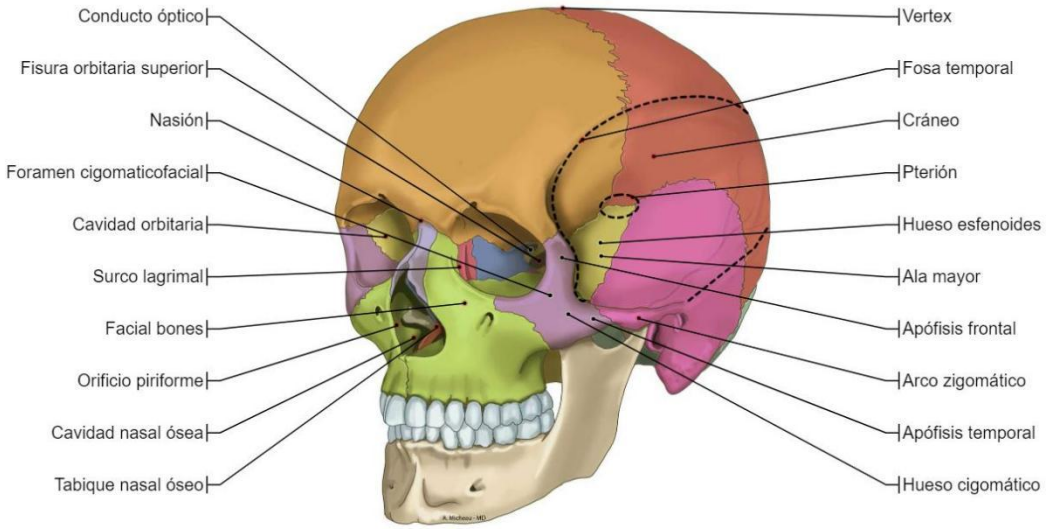


Figura 4





CRÁNEO

Tiene las siguientes funciones:

Proteger al encéfalo.

Dar comunicación al encéfalo con el exterior: nervios, médula, vasos.

Sostener los principales órganos de los sentidos.

Formar la vía de entrada de los alimentos al digestivo.

Formar la vía de entrada de aire a los pulmones.

Articular con la columna vertebral para su movimiento.

Figura 5

Bóveda craneal

Unidos (suturas) y sin movimiento.

Hueso frontal: parte anterior del cráneo. Resistente a golpes.

Huesos parietales (2): porción superior y lateral del cráneo.

Huesos temporales (2): situado en la parte lateral, media e inferior del cráneo. Contiene en su espesor el órgano vestíbulo coclear.

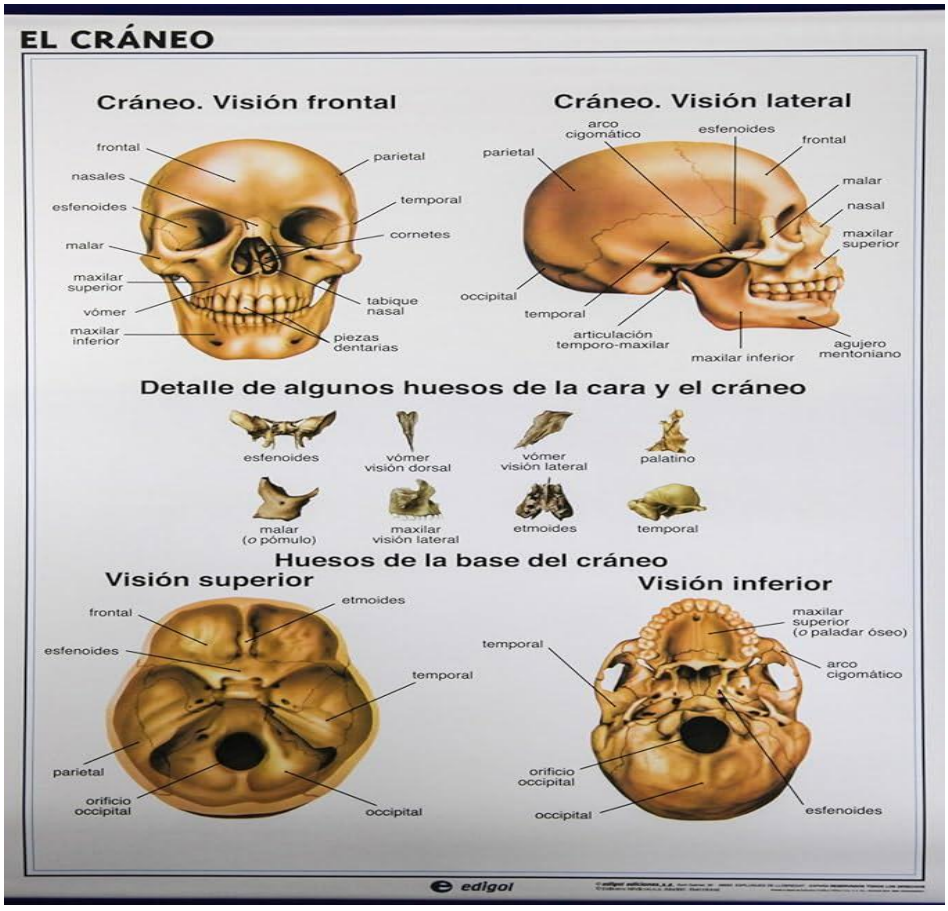
Articulación de la mandíbula.

Hueso occipital: Posterior. Con un orificio para la conexión del encéfalo con la médula espinal: *foramen magnum. A*rticulación

con la columna vertebral (Cóndilos occipitales).

Hueso etnoides: Corto y compacto, central con numerosas cavidades.

Hueso esfenoides: Situado en la parte media de la base del cráneo. En él se encuentra la *silla* Turca donde se aloja la glándula hipófisis.



La bóveda craneana deja una serie de orificios para salida de nervios y vasos sanguíneos. Los principales son:
- La médula espinal: Foramen magnum
- Los nervios craneales

Cara

Hueso maxilar (maxilar superior o maxila): Corto, de forma irregular cuadrilátera. En su parte interior se encuentra el seno maxilar:

cavidad, recubierta de mucosa y rellena de aire. Forma los orificios nasales. Alojamiento de piezas

dentarias superiores.

Huesos nasales (2)

Huesos malares o zigomáticos (2): Forman los arcos zigomáticos junto con los huesos temporal y maxilar.

Maxilar inferior o mandíbula: Forma de herradura. Alojamiento de las piezas dentarias inferiores. Articula con el hueso temporal.
Potentes músculos de la masticación atraviesan el arco zigomático.

COLUMNA VERTEBRAL

Tiene las siguientes funciones:
Proteger la médula espinal.
Permitir la salida de los nervios espinales.
Formar el eje principal del cuerpo.
Conectar con las cinturas.
Proporcionar apoyo a las costillas para formar la caja torácica.
Dar movilidad la cabeza.
Dar movilidad al tronco.
Trasmitir al cuerpo las aceleraciones del movimiento de las extremidades.

En principio 33 huesos en forma de anillo: las vértebras. Las 24 primeras son piezas independientes y están alineadas y articuladas entre si. Movimiento muy variable. Las 5 siguientes están fundidas en el denominado hueso sacro. Las cuatro últimas están muy reducidas formando el cóccix, algunas fundidas (**figura 6**).

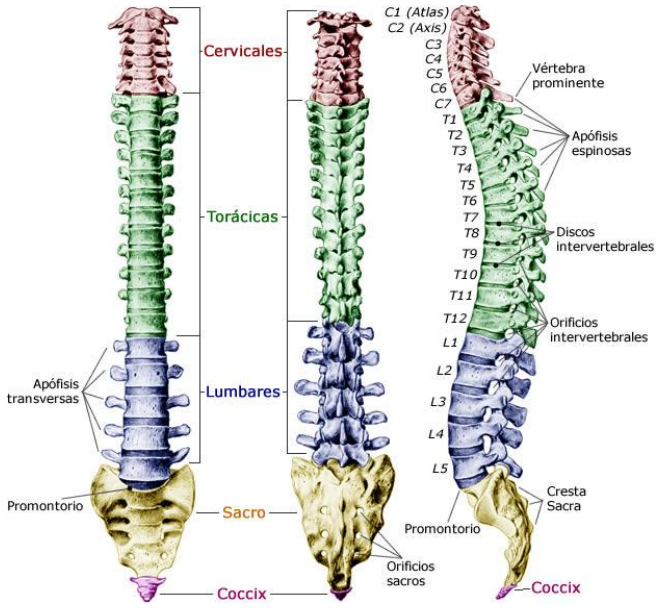


Figura 6

Las vértebras tienen forma variable según las necesidades. Todas tienen:
Cuerpo vertebral: contacta con anillos intervertebrales. Soporta la presión.
Orificio vertebral: conducto espinal.
Apófisis espinosa: soporte de ligamentos y tendones.
Apófisis transversa: soporte de ligamentos y tendones.
Cartílagos articulares: intervertebrales muy resistentes a la presión. Deformables.

<u>Vértebras cervicales</u> (7)

Son muy móviles. Soportan la cabeza y proporcionan movimiento antero posterior y lateral al cuello.
Las dos primeras atípicas:

1. Atlas: diferente articulación del cráneo.
2. Axis.
3.

<u>Vértebras torácicas o dorsales</u> (12) Con movimientos limitados. Articulan las costillas e indirectamente la cintura torácica. Son progresivamente más voluminosas.

<u>Vértebras lumbares</u> (5)

Son móviles, robustas y soportan el peso del cuerpo.

<u>Hueso sacro</u>

Fusión de 5 vértebras. Está unido a la cintura pelviana.

<u>Coxis o Cóccix</u>
Es el resto de las vértebras de la cola de otros mamíferos. Fusión de 4 ó 5 vértebras (a veces la última es libre). Da soporte a numerosos ligamentos y músculos
.La columna vertebral debe ser vertical en reposo en su visión antero posterior.
En visión lateral tiene dos curvaturas que permiten mantener la estabilidad y el equilibrio:

Curvaturas cervical y lumbar: dirigidas hacia delante.

Curvaturas torácica y sacra: dirigidas hacia atrás.

CAJA TORÁCICA

Tiene las siguientes funciones:
Proteger a los pulmones y al corazón.
Realizar movimientos ventilatorios.

Formada por 12 pares de costillas y una pieza impar central: el esternón (**figura 7**).

Costillas (24)

Huesos planos curvos. Son 12 a cada lado formando 7 costillas verdaderas o esternales que se unen al esternón mediante cartílagos costales, 2 ó 3 pares de falsas costillas o esternales unidas al esternón indirectamente y 2 ó 3 pares de costillas flotantes sin unión al esternón.

Algunas personas pueden tener un par de costillas cervicales. Las costillas articulan con la columna vertebral. Están unidas al esternón por cartílagos flexibles.

Esternón

El esternón es un hueso plano compuesto de varias piezas soldadas. Articula en su parte superior con las clavículas y en sus bordes laterales con las costillas mediante cartílagos.

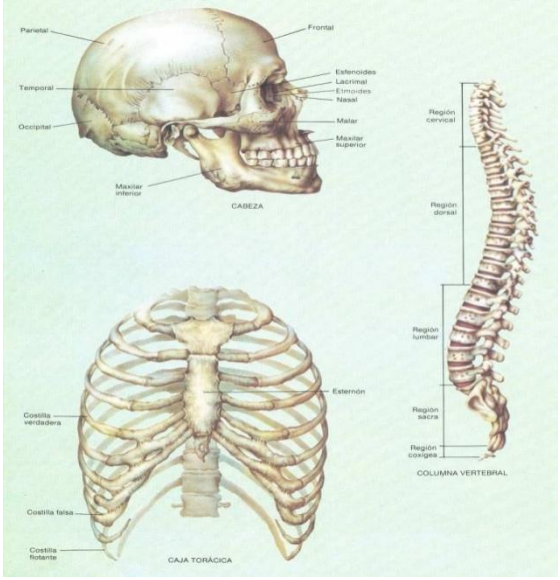


Figura 7

CINTURA ESCAPULAR O TORÁCICA

Tiene las siguientes funciones:

Articular las extremidades superiores con la columna vertebral.
Proporcionar movilidad a los brazos.

Clavícula (2)

Es un hueso plano en forma de S que articula con el esternón y el omoplato.

Omoplato o escápula (2)

Es un hueso plano, triangular, grande que articula con la clavícula y el húmero, los ligamentos móviles a costillas. Además, en ella tienen inserciones numerosos músculos.

EXTREMIDADES SUPERIORES

Tienen las siguientes funciones:

Realizar movimientos en direcciones muy variadas.

Dar soporte a las manos.

Asir y manipular objetos.

Formada por (**figura 8**):

Húmero (2)

Es un hueso largo que articula con escápula en el hombro y con cubito y radio en la articulación del codo.

Cubito (2) y **radio** (2)

Son huesos largos. El cubito interior y radio exterior que articulan con el húmero en codo y con carpianos en la muñeca. Capacidad de movimientos laterales que permiten el giro de la mano.

Carpianos (8 x 2)

Son ocho huesos cortos que forman la muñeca dispuestos en dos filas. Articulan con cubito y radio y con los metacarpianos (además de con los carpianos adyacentes). Permiten el movimiento del primer metacarpiano en un plano distinto al resto para oponer el dedo pulgar.

Metacarpianos (5 x 2)

Son cinco huesos por extremidad. Forman la palma de la mano. Unidos por ligamentos excepto con el pulgar.

Falanges (14 x 2)

Forma los dedos libres. Proporcionan movimiento a los dedos. 2 en el pulgar, 3 en el resto de los dedos.

CINTURA PELVIANA

Tiene las siguientes funciones:

Articular las extremidades inferiores con la columna vertebral.

Soportar grandes aceleraciones producidas por los miembros inferiores.

Permitir el parto en la mujer.

Formada por una serie de huesos fundidos:

Sacro

Fusión de cinco vértebras.

Hueso coxal o coxa

Fusión de tres huesos: ilion, isquion y pubis que articulan las dos coxas en la sínfisis púbica. Articula con el hueso sacro para formar la pelvis y también con el fémur en el acetábulo o cotilo dando lugar a la articulación de la cadera. Posee numerosas inserciones musculares.

EXTREMIDADES INFERIORES

Tienen las siguientes funciones:
Realizar movimientos de locomoción principales: marcha, carrera.
Permitir otros movimientos.
Unirse a los músculos más potentes del cuerpo.
Formadas por (**figura 8**):

Fémur (2)

Es el hueso más largo, fuerte y voluminoso del cuerpo humano. Articula con la coxa en el acetábulo : Articulación de la cadera.
Cabeza articular característica. Articula con la tibia en la rodilla. Por delante de esta articulación se encuentra la rótula (2).

Tibia (2) y **peroné** o **fibula**

Forman la parte inferior de la pierna o pantorrilla. La tibia articula con el fémur y en uno de los cóndilos cor tibia y el peroné articulan con el astrágalo del tarso.

Tarsianos (7 x 2)

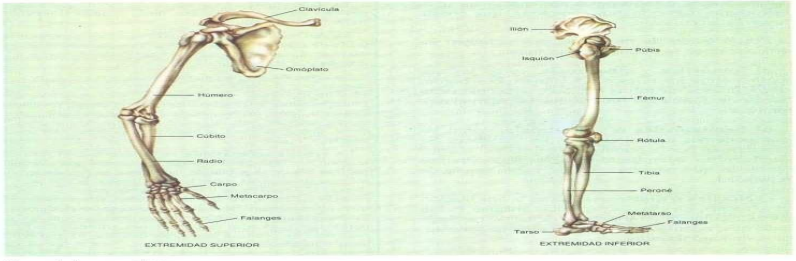
Forman la parte posterior del pie. El astrágalo articula con tibia y peroné en el tobillo.

Metatarsianos (5 x 2)

Huesos largos que forman la parte anterior del pié. Unidos por ligamentos. Articulan con huesos tarsianos y con las falanges.

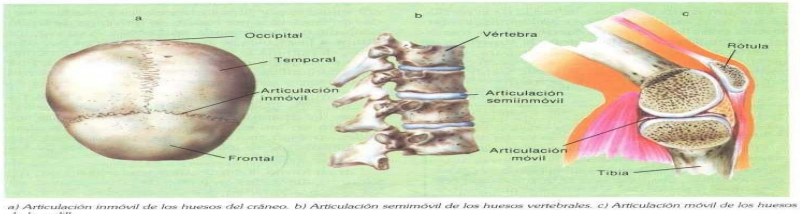
<u>Falanges</u> (14 x 2)

Forman los dedos de los pies. Cada dedo tiene tres falanges excepto el pulgar que tiene dos.



Huesos de las extremidades.

C) LAS ARTICULACIONES



a) Articulación inmóvil de los huesos del cráneo. b) Articulación semimóvil de los huesos vertebrales. c) Articulación móvil de los huesos de la rodilla.

Figura 8

Figura 9

LAS ARTICULACIONES

Se llama articulación al conjunto de elementos por medio de los cuales los huesos se unen entre sí. Están formadas principalmente por tejido fibroso o cartílago, o por una mezcla de ambos (**figura 10**).

Vista del corte sagital de la articulación normal de la rodilla

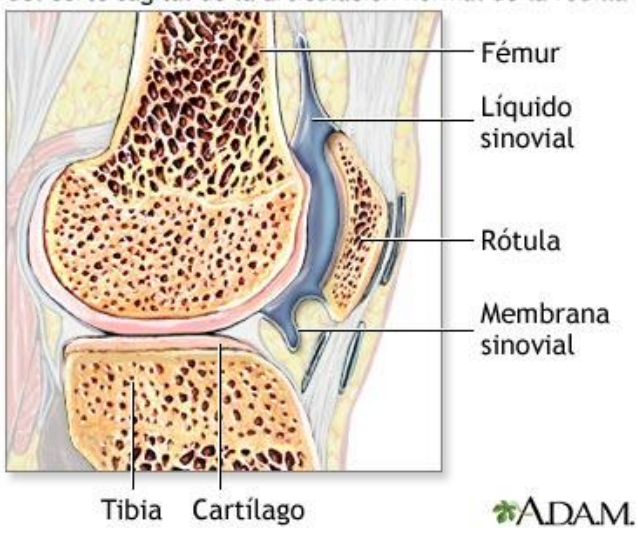


Figura 10

TIPOS DE ARTICULACIONES

Las articulaciones se dividen en tres clases principales (**figura 11**):

Articulaciones fibrosas: se caracterizan por tener sus superficies articulares unidas por tejido fibroso.
Dentro de este grupo encontramos las suturas y las sindesmosis. Las suturas se dividen en, según sus superficies articulares, en dentadas, escamosas, planas y esquindelesis. Algunos ejemplos son: las articulaciones del cráneo, algunas del tobillo y las de la pelvis.

Articulaciones cartilaginosas: en estas, las superficies articulares, planas o cóncavas se unen o bien por medio de tejido fibrocartilaginoso situado entre las superficies articulares llamadas **sínfisis**, o bien por medio de cartílago hialino, en cuyo caso reciben el nombre de **sincondrosis**.

Articulaciones sinoviales (diartrosis): presentan:

Superficie articular: es el lugar donde se articula un hueso con otro. Está recubierta por **cartílago**, que disminuye el rozamiento entre los huesos.

Cápsula articular: envuelve toda la articulación, dejándola cerrada. En su interior está tapizada por la membrana sinovial o bolsa sinovial, que contiene el líquido sinovial; este cumple dos funciones: por un lado, nutre a los cartílagos, y por otro, lubrica la articulación para suavizar el movimiento.

Ligamentos o tendones: que refuerzan y sujetan la articulación.

Cartílagos y meniscos: está en aquellos huesos que soportan mucha presión y tienen función amortiguadora. Ejemplo: rodilla.

Figura 11

Según el grado de movilidad que permiten las articulaciones distinguimos tres tipos (**figura 12**):

Inmóviles o sinartrosis: como las que existen entre los huesos del cráneo. Los bordes de los huesos, de forma dentada, se acoplan mutuamente, formando suturas que impiden el movimiento.

Semimóviles o anfiartrosis: como las que podemos encontrar entre las vértebras. Se caracterizan por la presencia de un *Disco elástico cartilaginoso*, interpuesto entre los dos extremos óseos, lo que permite tan sólo cierto grado de movilidad.

Móviles o diartrosis: como la articulación de la rodilla. En ellas, la superficie articular es lisa y está cubierta de una capa de tejido cartilaginoso que, además de favorecer el deslizamiento, sirve de amortiguador.

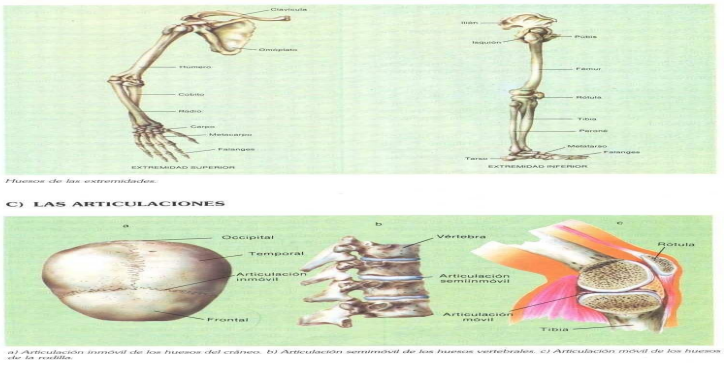


Figura 12

Según la configuración de las superficies articulares y ángulos de movimiento se distinguen (**figura 13**):

Articulaciones multiaxiales: permiten los movimientos en tres o más ejes o planos:

Esfenoidea (enartrosis o esféricas): cuyas superficies articulares son segmentos de esfera, una convexa y otra cóncava.

Articulaciones coxo-femoral y escapulo-humeral.

Articulaciones biaxiales: permiten los movimientos en dos ejes o planos:

Eleproidea o condílea: sus superficies articulares son segmentos de elipsoide, uno convexo y otro cóncavo.

Silla de montar (encaje recíproco): caracterizada por superficies articulares que son cóncavas en un sentido y convexas en el otro. Articulación carpo-metacarpiana del pulgar.

Plana (artrodia): superficies articulares planas. Huesos de la columna, muñeca y tarsos.

Articulaciones uniaxiales: permiten movimiento en un solo eje:

Gínglimo (tróclea): una de sus superficies tiene forma de polea. La rodilla (femoro-tibial).

Trocoide: sus superficies son segmentos de cilindro, uno convexo y otro cóncavo.
Entre húmero y cubito.

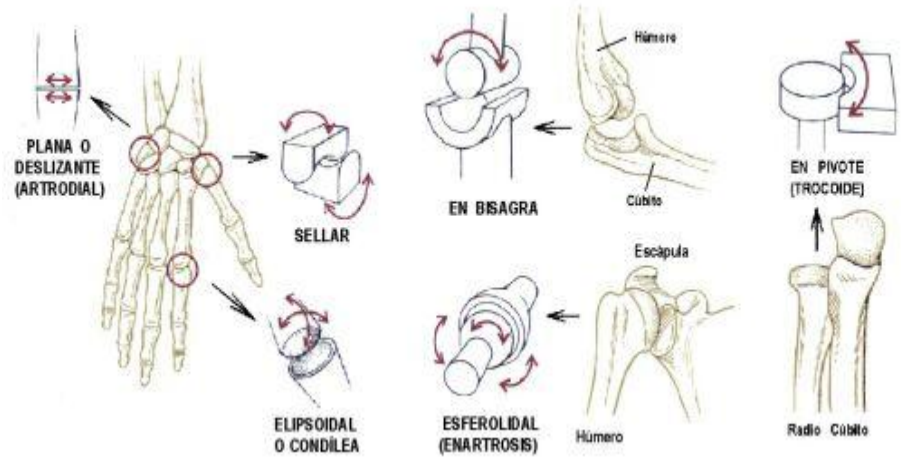


Figura 13

SISTEMA MUSCULAR

El sistema muscular está compuesto por el tejido muscular, que puede tomar tres formas (**figura 14**):

Tejido muscular liso: realiza una contracción lenta e involuntaria y forma parte de las vísceras, vasos sanguíneos, vejiga y tubo digestivo.

Tejido muscular estriado o esquelético: de contracción (instantánea) rápida y voluntaria, forma parte del aparato locomotor, es decir, son músculos esqueléticos o motores.
Por su importancia en el movimiento humano, lo estudiaremos más detalladamente.

Tejido muscular cardíaco: comparte propiedades con el músculo esquelético y con el músculo liso.

Lo encontramos en el corazón. Su contracción es rápida e involuntaria.

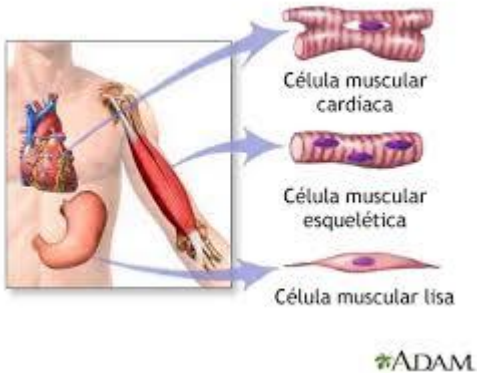


Figura 14

TEJIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO

Los músculos esqueléticos son los responsables de la postura y de los movimientos del esqueleto. Consigue realizar su función gracias a la posibilidad de transformar energía química en energía mecánica. Las células que constituyen el tejido muscular disponen de una maquinaria proteica diferenciada que permite el fenómeno de la contracción muscular.

La musculatura humana está formada por más de 700 músculos esqueléticos.
Estructura del músculo esquelético

El tejido muscular esquelético está compuesto por **fibras musculares** por su aspecto alargado y cilíndrico. La membrana plasmática de la fibra muscular se conoce como **sarcolema** y el citoplasma se denomina **sarcoplasma**.

Cada fibra muscular está compuesta por miles de miofibrillas, que son la estructura intracelular más importante de estas células y están formadas por proteínas de distintos tipos, fundamentales para la contracción muscular.

Proteínas contráctiles: actina y miosina.
Proteínas moduladoras: tropomiosina y troponina.
Proteínas gigantes accesorias: tinina y nebulina, las cuales confieren al músculo elasticidad.

Estas células contienen un retículo endoplásmico liso modificado muy extenso llamado **retícul o sarcoplásmico**, cuya función es acumular calcio en su interior. Asociados al retículo sarcoplásmico se encuentran los **túbulos T**, que son invaginaciones del sarcolema hacia la fibra

muscular.

La unidad contráctil fundamental es el **sarcómero** y consta de los siguientes elementos (**figura 15**):

Discos Z

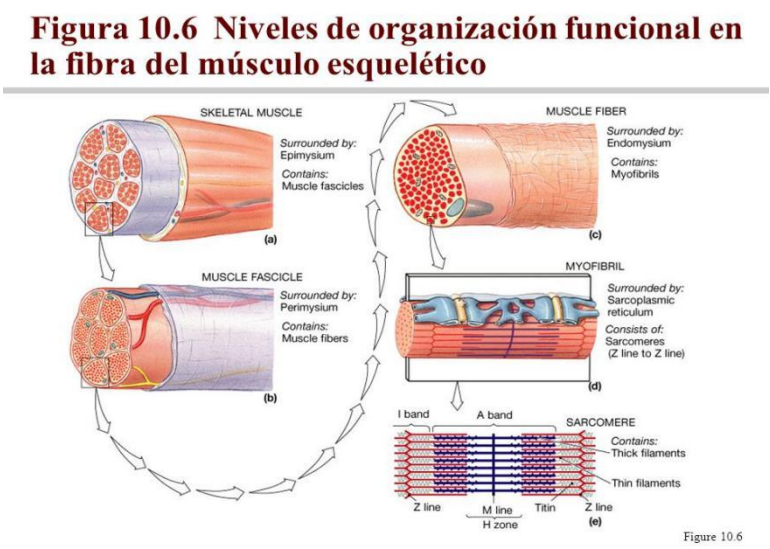
Bandas I (Isotrópicas)

Bandas A (Anisotrópicas)

Zona H

Linea M

Figura 15



En un músculo esquelético, el conjunto de fibras musculares se rodea de un tejido conjuntivo Denominado **endomisio**, que reúne fibras musculares en fascículos musculares, los cuales se ven rodeados de un tejido conjuntivo laxo denominado **perimisio**. Los fascículos musculares unidos por tejido conjuntivo laxo se rodean a su vez de un tejido conjuntivo denso llamado **epimisio**, para constituir el músculo.

Dentro del tejido muscular esquelético, por sus capacidades funcionales, podemos distinguir **dos tipos de fibras**:

Fibras rojas o tipo I: son de contracción lenta y están mejor adaptadas

para ejercicios o trabajos de intensidad media, pero de larga duración;

son más **resistentes** a la fatiga. Fibras aeróbicas.

Fibras blancas o tipo II:
Tienen una contracción muy rápida y a la vez muy potente, es decir,
son susceptibles de realizar gran cantidad de fuerza. Tienen muy poca resistencia, por lo qu
e se fatigan con gran rapidez. Se utilizan en trabajos que impliquen gran cantidad de fuerza
o velocidad. Son fibras anaeróbicas.

FISIOLOGÍA DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

La contracción del músculo esquelético es un proceso que nos permite generar fuerza para move
r o resistir una carga. Se define como la activación de las fibras musculares con tendencia
a que estas se acorten.
La generación de tensión en un músculo es un proceso activo que requiere un aporte energético
por parte del ATP.

En la contracción muscular podemos identificar la siguiente secuencia de eventos (**figura 16**):
Generación de un potencial de acción que, a través del axón de la motoneurona, llega a la placa
motora.

En la placa motora se libera un neurotransmisor (acetilcolina) al espacio situado entre el botón
Axónico y el sarcolema.
En el sarcolema de la fibra muscular se encuentran receptores de acetilcolina que se activan
produciendo la apertura de canales de Na^+. El Na^+ entra en la fibra muscular e inicia en ella
un potencial de acción.

Este potencial se propaga por el sarcolema gracias a los túbulos T.
El potencial llega al retículo sarcoplásmico y provoca la liberación de Ca^{2+} hacia el citosol.
El Ca^{2+} se une a la troponina C, que cambia su conformación y permite que interactúen la actina
y la miosina.
La actina y la miosina, en presencia de ATP, provocan el desplazamiento y acortamiento del sarcómero,
llevando a cabo el proceso de contracción.

Cuando cesa el potencial de acción, el Ca2+ es secuestrado de nuevo desde el citosol al interior
del retículo sarcoplásmico a través de bombas que consumen AT

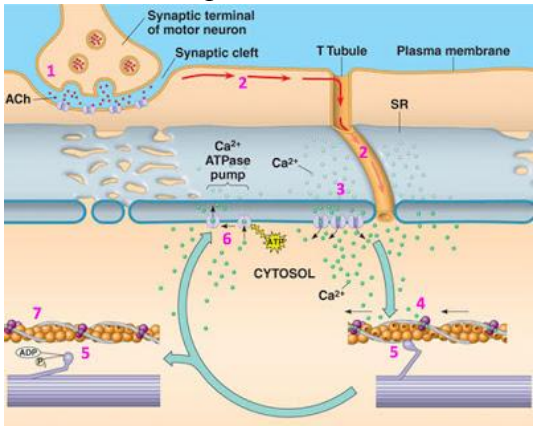


Figura 16

Tanto en la contracción como la relajación son procesos activos que requieren consumo de ATP; la fuente de energía para la contracción es la glucosa durante el ejercicio, y los ácidos grasos en el reposo. El exceso de energía es almacenado en el músculo en forma de creatín-fosfato.

TIPOS DE ACCIÓN MUSCULAR

La activación del músculo puede dar lugar a tres acciones diferentes (**figura 17**):
Acortamiento o acción dinámica **concéntrica**: superación de la resistencia externa; la fuerza

externa actúa en sentido contrario al movimiento.

Alargamiento/estiramiento o acción dinámica **excéntrica**: cesión ante la resistencia externa; la fuerza externa actúa en el mismo sentido que el movimiento.

Mantenimiento de su longitud o acción **isométrica**: la tensión o fuerza muscular es equivalente a la resistencia externa; no existe movimiento ni trabajo mecánico

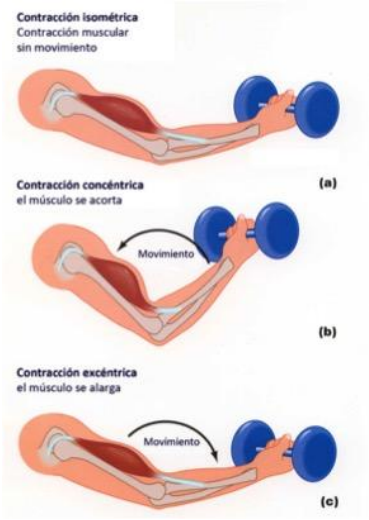


Figura 1

FUNCIONES DEL MÚSCULO EN SU ACCIÓN DE CONTRACCIÓN

La principal función es el desplazamiento de las distintas palancas óseas.
Para que el movimiento se produzca los músculos deben realizar distintas funciones (**figura 18**):

Función agonista: el músculo agonista es el que produce la acción.
Función antagonista: el músculo antagonista es contrario al agonista

y debe relajarse para que se produzca el movimiento.

Función estabilizadora: el músculo estabilizador es el que fija; sujeta distintos segmentos corporales (articulaciones) para permitir la acción de los agonistas.

Función sinergista y neutralizadora: los músculos sinergistas y neutralizadores son los encargados de anular determinadas acciones de otros músculos para que el movimiento se produzca correctamente. Por ejemplo, el trapecio y el romboide son agonistas y neutralizadores mutuos en el movimiento de adducción de la escápula.

Ambos adducen, pero mientras que el trapecio hace rotar hacia arriba la escápula, el romboide

la rota hacia abajo. Cuando actúan juntos, se elimina el efecto de rotación.

Figura 18

PRINCIPALES MÚSCULOS ESQUELÉTICOS
Tenemos más de 700 músculos esqueléticos por lo que es imposible conocerlos todos. Se tratarán los más relevantes (**figura 19**).

Músculos de la Cabeza

Se encargan de la apertura y cierre de boca y ojos, movimientos oculares, expresión facial, tratamiento

del alimento y fonación.

Expresión facial

Muy importante como medio de comunicación no verbal. Emociones. Varios músculos contribuyen

a ella. Algunos específicos y otros al servicio de otras funciones.

Músculos oculares

Movimiento del ojo en la órbita. Apertura y cierre de párpados.

Músculos de la boca

Apertura y cierre. Movimiento de la lengua.

Músculos de la masticación

Movimientos de la mandíbula. **Masetero**. **Temporal**.

Músculos del Cuello

Movimientos de la cabeza y aparato fonador.

Esternocleidomastoideo: movimiento hacia delante y lateral de la cabeza.

Esplenio: extensión de la cabeza y movimiento lateral.

Músculos del tronco

Movimientos del tronco. Ventilación pulmonar. Control de vías digestivas, excretoras y genitales.

Músculos extensores de la columna.

Músculos rotatorios de la columna.

Diafragma: ampliación de la cavidad torácica.

Intercostales: elevan costillas.

Recto mayor del abdomen: comprime el abdomen. Flexiona columna.

Oblicuo externo: rotación lateral. Inclinación lateral. Compresión del abdomen.

Oblicuo interno: rotación lateral. Inclinación lateral. Compresión del abdomen.

Esfínter de la uretra.

Esfínter anal.

Miembro superior

Movimiento del miembro superior. Articulaciones del hombro, codo, muñeca, movimiento de las manos.

Cintura escapular

Pectoral mayor: flexión, aducción y rotación del brazo.

Dorsal ancho: extensión, aducción y rotación interna del brazo.

Trapecio: eleva y rota la clavícula. Rota la cabeza.

Serrato: rota la escápula.

Brazo

Deltoides: abducción, flexión, extensión y rotación interna y externa del brazo.

Bíceps braquial: flexiona y supina el antebrazo.

Tríceps braquial: extiende el antebrazo.

Pronadores: pronan el antebrazo.

Manos y dedos

Extensores de los dedos

Flexores de los dedos

Miembro inferior

Movimiento del miembro inferior. Articulaciones de cadera, rodilla, tobillo y pie.

Cintura pelviana

Iliaco

Psoas

Glúteos

Pierna

Abductores

Cuadriceps femoral: extensión de la pierna. Músculo más potente del cuerpo.

Recto anterior

Vasto lateral

Vasto medial

Vasto intermedio

Bíceps femoral

Sartorio

Gemelos: Gastrocnemio

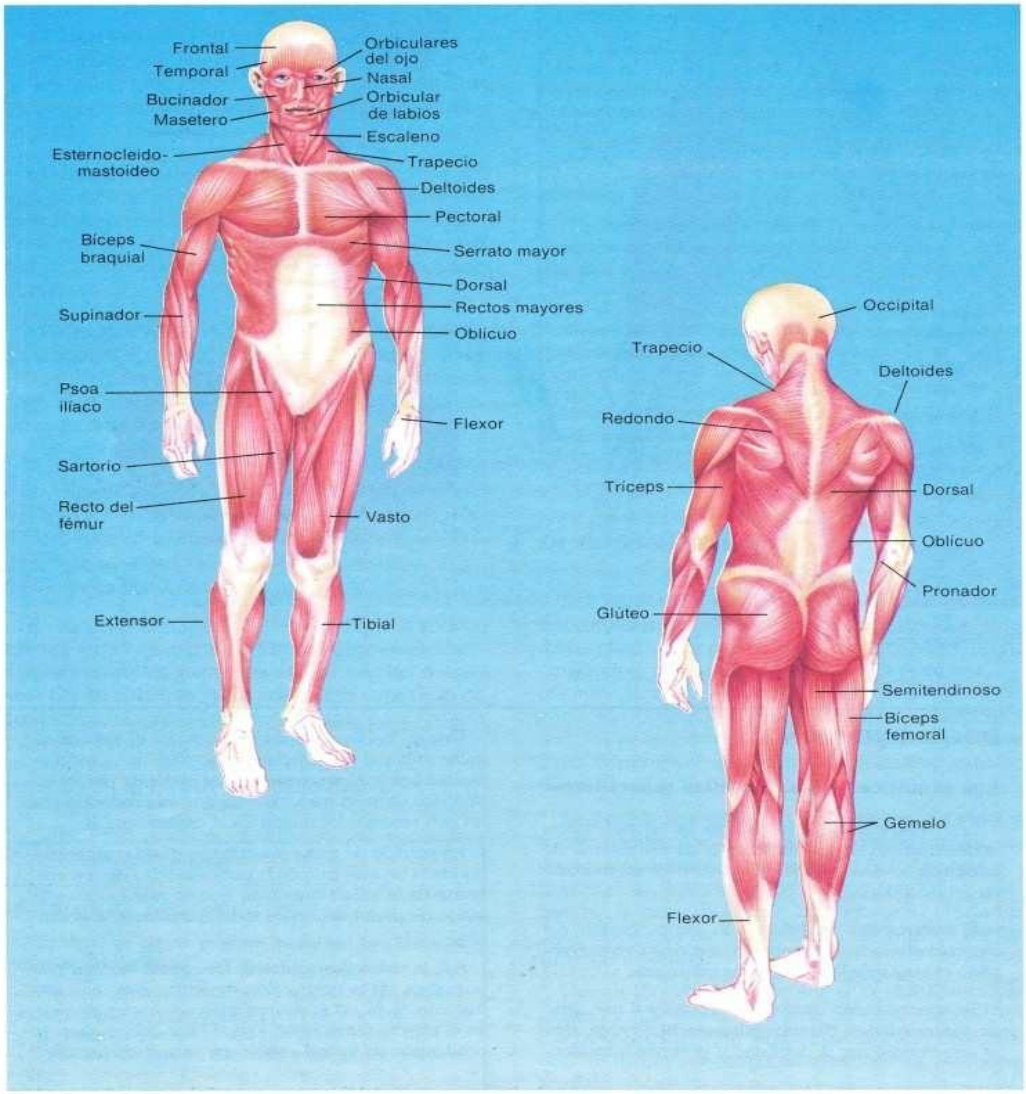
Pie
Extensores de los dedos

Flexores de los dedos

Figura 19

E) LA MUSCULATURA ESQUELÉTICA

En nuestro cuerpo existen unos 400 músculos, que constituyen del 35 al 40% del peso del organismo. Los más importantes son los que se resumen en el cuadro de la página siguiente:



FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Libros de texto

1. Gray's Anatomía: Considerado un clásico en la anatomía humana.
2. Netter's Atlas de Anatomía Humana: Excelente recurso visual.
3. Anatomía Humana de Moore y Dalley.
4. Anatomía para Estudiantes de Drake, Vogl y Mitchell.

Recursos en línea

1. Kenhub: Excelente recurso en línea para anatomía humana.
2. Visible Body: Ofrece modelos 3D y animaciones.
3. AnatomyZone: Vídeos y recursos educativos.

Revistas científicas

1. Journal of Anatomy
2. Anatomical Record
3. Clinical Anatomy

Otros recursos

1. Atlas de Anatomía Humana de la Universidad de Iowa.
2. Anatomía Humana de la Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU.